

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Calf Starter*

Pedet pada saat lahir pakan utamanya adalah susu dari induk. Proses transisi dari pakan bentuk cair menjadi pakan padat menjadi faktor yang penting bagi pertumbuhan pedet. Usaha yang dapat dilakukan dalam rangka mengubah pakan cair menuju pakan padat dapat menggunakan pakan perantara yang disebut *calf starter*. *Calf starter* adalah pakan khusus yang ditujukan untuk pedet pra sapih. Pakan starter yang diberikan ke pedet akan masuk ke retikulo rumendan berfungsi untuk merangsang perkembangan rumen dan terjadi optimal pada umur 2-6 minggu (Cunningham, 1995).

*Calf starter* yang baik mengandung *Total Digestible Nutrients* (TDN) 75 – 80% dan Protein Kasar (PK) 16 – 18%. *Calf starter* berperan penting dalam proses perkembangan rumen. Manfaat lain dari pemberian pakan pedet berupa *calf starter* adalah proses penyapihan dapat dilakukan lebih awal dari biasanya. *Calf starter* mempunyai karakteristik yang salah satunya adalah kandungan protein tinggi. *Calf starter* harus mengandung TDN 80%, PK 18-20%, lemak 3%, Kalsium (Ca) 0,6% dan Phosphor (P) 0,4% (NRC, 2001). Susunan kandungan nutrisi *calf starter* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi *Calf Starter*

Nutrien	Jumlah yang dibutuhkan
Protein Kasar (% dari BK)	18,0
Lemak (% dari BK)	3,0
TDN (% dari BK)	80,0
<i>Metabolizable energy</i> (Mcal/ kg BK)	3,11
Kalsium (% dari BK)	0,60
Fosfor (% dari BK)	0,40
Vitamin A (IU/kg)	2200
Vitamin E (IU/kg)	25
Vitamin D (IU/kg)	300

Sumber: Quigley (2001)<sup>b</sup>

*Calf starter* merupakan pakan yang berfungsi untuk meningkatkan laju perkembangan rumen. Terdapat 5 faktor yang mempengaruhi perkembangan rumen antara lain: pembentukan bakteri di rumen, cairan dalam rumen, aliran pakan dari dalam rumen, kemampuan absorpsi atau penyerapan pada jaringan dan ketersediaan substrat dalam rumen (Quigley, 2001<sup>c</sup>).

Cairan di dalam rumen menjadi faktor yang mempengaruhi perkembangan rumen. Fermentasi substrat terjadi apabila bakteri rumen hidup di lingkungan air. Bakteri tidak dapat tumbuh tanpa adanya air dan perkembangan rumen akan melambat (Quigley, 2001<sup>c</sup>). Faktor lain yang mempengaruhi perkembangan rumen adalah laju pakan dari rumen. Aktivitas otot mempengaruhi laju aliran pakan. Pemberian pakan padat akan berpengaruh pada kontraksi otot dan regurgitasi (Quigley, 2001<sup>d</sup>).

Perkembangan rumen juga dipengaruhi oleh kemampuan penyerapan jaringan rumen. Produk akhir fermentasi dalam rumen adalah *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang akan diserap ke sel epitel rumen (Quigley, 2001<sup>c</sup>). VFA rumen

selanjutnya akan masuk ke dalam pembuluh darah melalui papilae rumen. Papilae rumen ini berfungsi meningkatkan kemampuan absorpsi permukaan rumen. VFA yang dihasilkan oleh mikrobia akan merangsang perkembangan retikulo-rumen dan papilaenya secara kimiawi (Lane *et al.*, 2000).

Faktor penentu lain yang mempengaruhi perkembangan rumen adalah ketersediaan substrat. Substrat yang tepat untuk menunjang perkembangan rumen adalah pakan *starter*. *Starter* yang diberikan sedini mungkin akan mempercepat perkembangan rumen dan penyapihan dini (Quigley, 2001<sup>d</sup>). Pemberian *complete calf starter* dapat menstimulasi perkembangan rumen (protozoa, total bakteri, pH dan konsumsi pakan) pedet *Frisian Holstein* umur 2 minggu (Mukodiningsih *et al.*, 2010).

*Calf starter* merupakan bahan pakan yang diberikan pada saat pedet masih dalam periode menyusu. *Calf starter* mempunyai karakteristik salah satunya adalah kandungan protein tinggi. Protein merupakan suatu zat gizi dalam pakan yang esensial bagi pedet mengingat pedet tergolong fase ternak yang masih dalam pertumbuhan awal, selain itu ketersediaan protein yang cukup dapat menstimulir aktivitas pertumbuhan mikroorganisme rumen (Bamualim, 1994). Jumlah protein (asam amino) dapat membuat rumen pedet berkembang dan ternak tetap tercukupi kebutuhan proteinnya (Quigley, 2001<sup>b</sup>). Pemberian *complete calf starter* dengan berbagai kombinasi sumber protein dan NDF berpengaruh pada total populasi bakteri dan NH<sub>3</sub> retikulo rumen pedet *Frisian Holstein* umur 9 minggu (Mukodiningsih *et al.*, 2008).

## 2.2 Fermentasi Limbah Kubis

Kubis dapat ditanam di hampir semua tipe tanah dan sangat toleran pada tanah lempung berat. Kubis termasuk dalam genus *Brassica*, family *Cruciferae*. Kubis terdiri dari beberapa jenis, akan tetapi yang umum ada di pasaran salah satunya yaitu kubis krop (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Kubis krop ciri-cirinya adalah daunnya menutup satu sama lain membentuk krop (Rukmana, 1994). Kandungan zat gizi kubis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Zat Gizi Kubis per 100 gram basah

No.	Kandungan	Kubis Putih	Kubis Hijau
1.	Kalori (kal)	25	25
2.	Protein (g)	1,7	2,4
3.	Lemak (g)	0,2	2,2
4.	Karbohidrat (g)	5,3	4,9
5.	Kalsium (mg)	64	22
6.	Fosfor (mg)	26	72
7.	Zatbesi (mg)	0,7	1,1
8.	Natrium (mg)	8	-
9.	Serat (mg)	0,9	-
10.	Vitamin A (mg)	75	90
11.	Vitamin B (mg)	0,1	0,11
12.	Vitamin C (mg)	62	69
13.	Air (g)	-	91,7

Sumber: Harjono, 1996

Kubis memiliki beberapa bagian yang tidak digunakan sebagai produk utama yang terdiri dari bagian kulit luar kubis yang dinamakan limbah kubis. Limbah kubis merupakan hasil samping sayuran kubis berupa kulit luar yang telah disortir. Limbah kubis jika tidak ditangani akan cepat membusuk dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Limbah kubis yang dihasilkan dari tanaman

kubis sebesar 55,5% dari produksi tanaman (Aliudin *et al.*, 2000). Produksi kubis di Indonesia pada tahun 2011 sebesar 1.363.741 ton (BPS, 2011). Limbah kubis merupakan tempat hidup alami bakteri *L. plantarum*, *L. delbruckii*, *L. fermentum* dan *L. brevis* (Schlegel, 1995). Jumlah total mikrobia pada daun-daunan bagian luar dari kubis sebesar  $1,3 \times 10^6$  cfu/g.

Proses fermentasi pada kubis merupakan fermentasi spontan karena pada dasarnya tidak diperlukan inokulum. Inokulasi mikroba terkadang tidak diperlukan dalam suatu proses fermentasi apabila mikroba yang diperlukan sudah ada pada bahan baku. Fermentasi adalah perlakuan secara biologis yang bertujuan untuk menurunkan serat dengan cara memutuskan ikatan lignoselulosa antara lignin dengan selulosa dan hemiselulosa melalui enzim selulase yang diproduksi oleh mikroba selulolitik, sehingga kecernaannya meningkat. Mikroba selulolitik ini bertugas untuk mendegradasi bahan pakan berserat. Prinsip dari fermentasi sendiri adalah pengaturan kondisi pertumbuhan mikroorganisme secara optimal sehingga keadaan yang menghasilkan laju pertumbuhan spesifik dapat dicapai secara optimum. Limbah kubis perlu melalui proses fermentasi agar bakteri menguntungkan dapat terbentuk. Proses fermentasi pada kubis merupakan fermentasi yang tidak memerlukan inokulum. Inokulasi mikroba terkadang tidak diperlukan dalam suatu proses fermentasi apabila mikroba yang diperlukan sudah ada pada bahan baku. Habitat natural BAL, jamur dan khamir ada pada sayuran (tanaman) (Hui *et al.*, 2004).

Kubis segar telah mengandung bakteri *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* sehingga tidak perlu penambahan bakteri untuk memulai fermentasi (Volk dan

Wheeler, 1993). Fermentasi yang diharapkan terjadi adalah fermentasi asam laktat. Fermentasi asam laktat merupakan fermentasi dengan menggunakan gula dan dipecah menjadi asam laktat. Fermentasi dilakukan oleh BAL dan menghasilkan asam laktat dari substrat karbohidrat. Proses pembuatan fermentasi limbah kubis diadaptasi dari proses pembuatan *sauerkraut*. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan *sauerkraut* antara lain: suhu fermentasi, kadar garam, kualitas kubis dan sanitasi fermentasi (Desrosier, 1988). Fermentasi karbohidrat yang terjadi pada limbah kubis tersebut menghasilkan keuntungan-keuntungan sebagai berikut : (1) Menyebabkan bahan pangan menjadi resisten terhadap pembusukan mikrobiologi dan pembentukan racun-racun makanan; (2) Menyebabkan bahan pangan menjadi kurang ideal sebagai media perpindahan mikroba-mikroba patogen; (3) Menyebabkan bahan pangan mengalami penurunan nilai gizi; (4) Memodifikasi cita-rasa orisinil bahan pangan menjadi lebih merangsang selera makan dan kadang-kadang memperbaiki nilai gizi.

### 2.3 Pelet

Pelet adalah salah satu bentuk pakan yang dipadatkan sedemikian rupa hingga berbentuk menyerupai tabung dengan tujuan untuk mengubah bentuk pakan yang *voluminous* menjadi bentuk pakan yang padat dan kompak sehingga lebih efisien dalam hal penyimpanan. Pelet merupakan bentuk massa dari bahan pakan yang dibentuk dengan cara menekan dan memadatkan melalui lubang secara mekanis (Hartadi *et al.*, 1990). Pakan dalam bentuk pelet lebih menguntungkan dalam hal konsumsi ke ternak, apabila bentuk pakan kompak

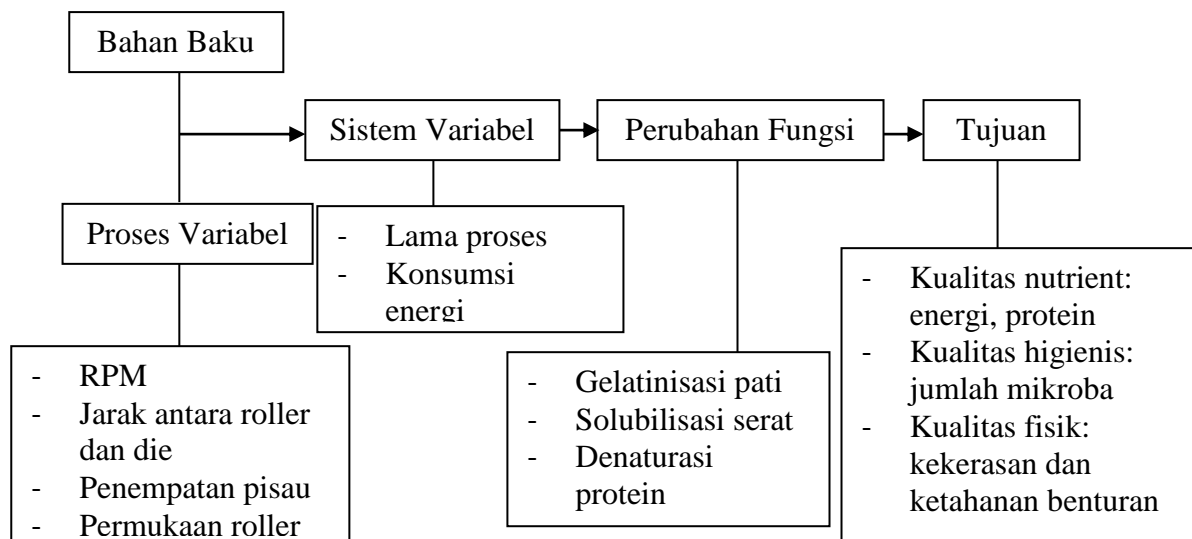
maka potensi pakan tercecer lebih sedikit sehingga meningkatkan nilai ekonomis dilihat dari sisi sisa pakan. Keuntungan lain dari pakan bentuk pelet adalah meningkatkan densitas.

Proses pembuatan pelet terdiri dari pencampuran (*mixing*), kondisioning (*conditioning*), pencetakan (*extruding*) dan pendinginan (*cooling*) (Parker, 1988). Pencampuran atau *mixing* adalah proses homogenisasi berbagai bahan pakan sehingga masing-masing bahan pakan dapat terkombinasi secara merata. Proses kondisioning adalah proses pemanasan dengan uap air yang bertujuan untuk gelatinisasi agar perekatan antar partikel bahan penyusun dapat merekat sehingga penampilan pelet menjadi kompak dan mantap serta tekstur dan kekerasannya bagus. Proses kondisioning akan optimal apabila kadar air bahan pakan berkisar 15-18%. Proses selanjutnya adalah proses pencetakan merupakan tahapan pemadatan bentuk melalui alat *extruder* (Parker, 1988). Proses yang terakhir adalah proses pendinginan (*cooling*). Proses pendinginan adalah proses penurunan suhu pelet dengan dikering-udarkan sehingga pelet menjadi lebih kering dan keras. Tujuan lain dari proses ini adalah mengurangi potensi pelet dari serangan jamur selama proses penyimpanan (Parker, 1988).

Konsumsi pakan dalam bentuk pelet lebih efisien dibanding pakan bentuk mash (Ziggers, 2004). Pakan komplit yang diberikan dalam bentuk pelet, memiliki keuntungan antara lain mengurangi pakan yang tercecer, meningkatkan palatabilitas, mengurangi pemilihan pakan oleh ternak, serta mempermudah penanganan. Tingkat palatabilitas pakan dipengaruhi oleh bau, rasa, tekstur dan bentuk pakan yang diberikan (Church dan Pond, 1988).

Ransum yang diubah bentuknya menjadi bentuk pelet dapat meningkatkan konsumsi ternak, mengurangi jumlah pakan terbuang, membuat pakan lebih homogen, dapat mengurangi pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan, memperpanjang masa simpan, mempermudah pengangkutan dan menjamin keseimbangan nutrisi pakan yang terkandung di dalamnya (Suryanagara, 2006). Konsentrat dalam bentuk pelet lebih efisien untuk pertumbuhan ternak dibanding bentuk *mash* dilihat dari segi konsumsi pakan, PBBH, konversi pakan dan *feed cost per gain* (Nugroho *et al.*, 2012).

Faktor-faktor yang menentukan kualitas pelet yang dihasilkan antara lain: bahan baku, proses variabel, sistem variabel dan perubahan fungsi pakan pada saat pembuatan pelet (Thomas *et al.* 1997). Hubungan antara berbagai hal yang telah disebutkan diatas ditampilkan pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Diagram Alir Faktor Penentu Kualitas Pelet



Faktor bahan baku dipengaruhi oleh sifat fisik kimia, komposisi fisik, dan komposisi kimia (Thomas *et al.*, 1997). Sifat fisik kimia atas protein, pati dan serat. Komposisi kimia terdiri atas kandungan bahan kering, lemak, abu dan kandungan nitrogen. Komposisi fisik terdiri atas berat jenis dan ukuran partikel. Proses variabel berhubungan dengan spesifikasi mesin yang digunakan seperti kecepatan putaran mesin per menit (RPM), jarak antara die dan roller, kecepatan die, penempatan pisau pemotong, dan permukaan roller. Sistem variabel berhubungan dengan lamanya bahan baku berada di dalam mesin pelet selama proses pemeletan berlangsung dan jumlah energi yang digunakan. Perubahan fungsi berhubungan dengan proses gelatinisasi pati, solubilisasi serat, dan denaturasi protein. Faktor tujuan berhubungan dengan kualitas nutrisi dari pelet yang dihasilkan (kandungan energi dan protein), kualitas fisik seperti kekerasan dan ketahanan benturan pelet, serta kualitas higienis (jumlah mikroba) pelet (Thomas *et al.*, 1997).

## **2.4 Bakteri Asam Laktat**

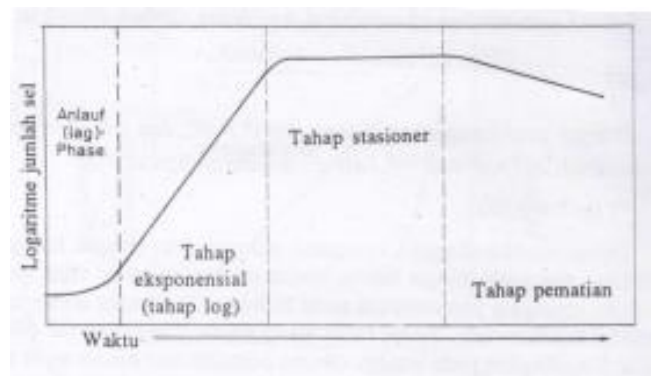
Bakteri asam laktat (BAL) dikategorikan ke dalam bakteri gram positif yang mempunyai kemampuan membentuk asam laktat dari hasil metabolisme karbohidrat dan tumbuh pada pH rendah. Sifat terpenting dari BAL memiliki kemampuan untuk memfermentasi gula menjadi asam laktat. Produksi asam oleh BAL berjalan secara cepat sehingga pertumbuhan mikroorganisme patogen lain dapat terhambat (Fardiaz, 1989). Bakteri yang memproduksi asam laktat kelompok yang paling penting ini meliputi bakteri-bakteri kelas *Lactobacillaceae*

yang memproduksi asam laktat sebagai hasil utama glukosa. Berdasarkan fermentasi gula, BAL dapat dibedakan menjadi dua yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Golongan homofermentatif menghasilkan asam laktat sedangkan golongan heterofermentatif menghasilkan asam asetat, etanol, CO<sub>2</sub> dan sebagainya (Buckle *et al.*, 1987). Bakteri asam laktat sebagian besar terdiri dari 5 genus, yakni *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactobacillus* dan *Microbacterium* (Schlegel, 1995).

Fermentasi *sauerkraut* pada stadium awal ditemukan lebih banyak *L. mesenteroides* dan stadium berikutnya banyak ditemukan *L. brevis* dan *L. plantarum* sedangkan pada kadar garam dan temperatur yang tinggi mikroorganisme yang berperan adalah *S. faecalis* dan *P. cerevesiae* (Daulay dan Rahman, 1992). Fermentasi oleh BAL dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain: suhu, oksigen, substrat, *activity water*. Sayur-sayuran dipotong atau disayat pada waktu panen, sejumlah kecil cairan protoplasma akan keluar ke permukaan bidang sayatannya. Fermentasi sayur-sayuran dimulai oleh spesies *L. mesenteroides*. Spesies ini memfermentasi glukosa menjadi 45% asam laktat –(D), 25% karbondioksida dan 25% asam asetat dan etil alkohol. Pertumbuhan spesies ini menghasilkan dekstran berlendir pada permukaan bidang sayatan sayur-sayuran. Pertumbuhan *Leuconostoc mesenteroides* secara dini akan menurunkan pH dengan cepat sehingga menghambat pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan dan aktivitas enzim serta menghasilkan karbondioksida untuk membuat kondisi anaerobik dan menciptakan kondisi lingkungan yang ideal untuk kelanjutan fermentasi untuk spesies-spesies BAL lainnya (Hui *et al.*, 2004).

Sel *L. brevis* tumbuh secara tunggal atau membentuk rantai pendek. Spesies ini bersifat ketrofermentatif, menghasilkan asam laktat-DL dan gas karbondioksida dari glukosa dan fruktosa. Suhu optimum *L. brevis* adalah sekitar 30°C. *L. bervis* penting untuk membentuk karakter khusus pada sayur-sayuran terfermentasi karena kemampuannya memfermentasi gula pentosa. *L. plantarum* meragikan glukosa secara homofermentatif. *L. plantarum* umumnya menjadi penghasil asam tertinggi dari pada yang dihasilkan *Leuconostoc*. *L. plantarum* menghasilkan fermentasi glukosa dalam bentuk DL asam laktat tanpa gas dan toleran terhadap garam diatas 9% (Bacus, 1984).

Kurva fase pertumbuhan bakteri dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Kurva Fase Pertumbuhan Bakteri

Fase lag (*lag phase*) merupakan suatu masa saat sel-sel yang kekurangan metabolit dan enzim akibat keadaan yang tidak menguntungkan pada pembiakan terdahulu, menyesuaikan diri dengan lingkungannya yang baru. Enzim-enzim dan zat antara terbentuk dan terkumpul sampai mencapai konsentrasi yang memungkinkan pertumbuhan dimulai lagi (Buckle *et al.*, 1987). Sel-sel diambil

dari dari pembenihan yang sama sekali berlainan, sering terjadi bahwa sel-sel tersebut secara genetika tidak mampu tumbuh pada pembenihan baru. Fase lag yang panjang diperlukan oleh beberapa mutan dalam inokulum untuk berkembang biak secukupnya hingga terlihat adanya penambahan jumlah sel. Tahap selanjutnya adalah tahap eksponensial. Sel-sel berada dalam keadaan tetap/stabil pada tahap ini. Bahan sel baru terbentuk dengan laju yang konstan, tetapi bahan yang baru itu sendiri bersifat katalis sehingga masa bertambah secara eksponensial ini berlangsung hingga satu dari dua hal terjadi: satu atau lebih zat makanan pembenihan habis atau terkumpul produk metabolisme beracun sehingga pertumbuhan terhambat. Zat makanan yang membatasi pertumbuhan biasanya oksigen, khususnya organisme *aerob*. Laju pertumbuhan akan berkurang apabila konsentrasi sel melebihi  $1 \times 10^7$ /ml kecuali bila oksigen dimasukkan secara paksa kedalam pembenihan dengan cara mengaduk atau memasukkan gelembung udara (Jawetz, 1996).

Laju penyebaran oksigen tidak dapat memenuhi kebutuhan apabila konsentrasi sel mencapai  $4,5 \times 10^9$ /ml. Walaupun pembenihan diberi udara cukup pertumbuhan akan melambat secara progresif. Tahap selanjutnya adalah tahap stationer. Bakteri kehabisan zat makanan pada tahap stationer yang akan menyebabkan pertumbuhan terhenti sama sekali (Buckle *et al.*, 1987). Kasus yang biasa terjadi, pergantian sel terjadi dalam tahap stasioner: terjadi kehilangan sel secara melambat kematian diimbangi dengan pertumbuhan sel-sel baru melalui pertumbuhan dan pembelahan, apabila hal ini terjadi, jumlah seluruh sel akan bertambah secara lambat meskipun jumlah sel hidup konstan. Tahap terakhir

adalah pematian. Beberapa saat setelah tahap stasioner yang bervariasi untuk tiap jenis organisme dan keadaan pembenihan, angka kematian bertambah sehingga mencapai suatu tingkat yang stabil (Jawetz, 1996).

Pakan tidak lepas dari kontaminasi bakteri pencemar. *Bacillus* termasuk merupakan bakteri agen hayati alami yang ada pada tanah, sayuran dan buah-buahan. *Bacillus* merupakan bakteri Gram positif, berbentuk batang, beberapa spesies bersifat *aerob* obligat dan bersifat anaerobik fakultatif, menghasilkan spora yang biasanya resisten pada panas dan memiliki endospora sebagai struktur bertahan saat kondisi lingkungan tidak mendukung (Backman *et al.*, 1994). *Bacillus* dapat bertahan hidup dalam waktu yang lama pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhannya (Beecher dan Wong, 1994). Spesies dari jenis *Bacillus* juga berbeda dalam sifat pertumbuhannya. Beberapa bersifat mesofilik misalnya *B. subtilis*, bersifat termofilik fakultatif misalnya *B. coagulans* atau bersifat termofilik misalnya *B. stearothermophilus* sering menyebabkan kerusakan pada makanan kaleng, *B. cereus* menghasilkan toksin penyebab diare.

Fermentasi bungkil kelapa sawit menggunakan *Bacillus sp.* dapat menurunkan kandungan serat kasar dan lemak kasar bungkil kelapa sawit serta meningkatkan kandungan protein kasar dengan lama inkubasi 2 hari (Pamungkas, 2010). Pemberian pakan biofilm perfiton yang disuplementasi *Bacillus sp.* selama 21 hari mampu mempengaruhi jumlah total populasi mikroba intestinal dan mempengaruhi respon imunitas pada ikan gurami dilihat dari jumlah leukosit dan persentase ragam leukosit (Khalwan *et al.*, 2012).

## 2.5 *Escherichia coli*

Bakteri *E. coli* adalah salah satu jenis spesies utama kelompok bakteri gram negatif. Bakteri *E. coli* memiliki panjang 1-3  $\mu\text{m}$  dan lebar 0,4-0,7  $\mu\text{m}$ , berbentuk batang, lurus dan bergerak flagel petritih atau tidak dapat bergerak, dan bersifat anaerob fakultatif. Bakteri *E. coli* tumbuh pada pH 7,0-7,5 dengan kisaran pH minimum 4,0 dan pH maksimum 9,0. Suhu optimum untuk tumbuh adalah 37°C dengan kisaran suhu 10-40°C (Supardi dan Sukanto, 1999). Batas maksimum cemaran mikroba *E. coli* adalah  $1 \times 10^1$  cfu/g (SNI, 2009).

*Escherichia coli* adalah anggota flora usus normal. Bakteri enteric umumnya tidak menimbulkan penyakit dan dalam usus mungkin berperan terhadap fungsi dan nutrisi normal (Jawetz, 1996). *Escherichia coli* diklasifikasikan oleh ciri khas sifat-sifat virulensinya dan setiap grup menimbulkan penyakit melalui mekanisme yang berbeda. Sifat pelekatan sel epitel usus kecil atau usus besar disandi oleh gen pada plasmid.

Bakteri *E. coli* bersifat patogen dan dapat menyebabkan infeksi luka ketika mencapai jaringan diluar intestinal normal. Diare yang pada umumnya disebabkan oleh bakteri *E. coli* enterotoksigenik (ETEC) (Fardiaz, 1993). Penelitian lapangan 1992/1993 pada peternakan sapi perah di Jawa Barat, kasus diare mencapai 15,8-19,6%, sedangkan kematian anak sapi perah sampai umur 2 bulan pada peternakan responden di daerah tersebut berkisar antara 7-16% dan pada peternakan intensif mencapai 56,2% (Supar, 1996). Anak sapi yang terinfeksi ETEC akan menderita diare terus-menerus atau profus dan tinja encer berwarna kuning. Anak sapi penderita diare akan mengalami dehidrasi dan kehilangan

cairan tubuh dan garam elektrolit secara berlebihan sehingga menimbulkan kematian secara cepat. Kematian anak sapi akibat infeksi *E. coli* K99 cukup tinggi, yaitu mencapai 50% (Tzipori, 1985).

Penelitian kasus diare neonatal pada anak sapi perah pada peternakan tradisional dan intensif di daerah Sukabumi dan Bandung berkisar antara 19,5-36% (Supar dan Hirst, 1985). *Escherichia coli* yang mempunyai antigen perlekatan K99 atau F41 merupakan penyebab utama diare neonatal pada anak sapi perah dan infeksi terjadi pada umur 1-3 hari setelah lahir (Supar *et al.*, 1998). Kematian anak sapi penderita diare yang paling dominan terjadi pada umur minggu pertama. *E. coli* K99 dapat diasingkan dari kasus diare pada anak sapi umur 2-5 hari (Supar, 1986), dan isolat tersebut bersifat enterotoksigenik. Supar (1990) menambahkan bahwa kendala dalam pengembangan populasi sapi perah, antara lain penyakit kolibasilosis pada anak sapi atau diare, dehidrasi akibat infeksi ETEC yang diakhiri dengan kematian. Kolibasilosis merupakan salah satu penyakit penting pada ternak neonatal, disebabkan oleh infeksi ETEC.

## **2.6 Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman atau pH didefinisikan sebagai konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Derajat keasaman merupakan faktor pengontrol beberapa reaksi kimia dan mikrobiologi pada suatu produk. Setiap mikroorganisme mempunyai nilai pH optimum, minimum dan maksimum masing-masing sebagai salah satu faktor utama pertumbuhannya (Buckle *et al.*, 1987). Penurunan nilai pH dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain terutama bakteri patogen.

Sebagian mikroorganisme dapat tumbuh pada pH 3,0-8,0, BAL tumbuh baik pada kisaran pH 3,0-6,0 (Supardi dan Sukanto, 1999). Kemungkinan lain yang menyebabkan menurunnya nilai pH yaitu hasil penguraian protein dan senyawa-senyawa lain yang mengandung nitrogen diurai lebih lanjut menjadi senyawa volatile (Dwidjoseputro, 1994).

Organisme sebagian besar memiliki rentang pH optimal yang cukup sempit (Jawetz, 1996). Penentuan pH optimal untuk tiap spesies harus ditentukan secara empirik. Organisme (neutrophil) tumbuh baik pada pH 6,0-8,0, meskipun ada pula (asidofil) yang memiliki pH optimal 3,0 dan yang lain alkalofil memiliki pH optimal 10,5. Mikroorganisme mengatur pH internal terhadap rentang pH eksternal yang cukup luas. Organisme asidofil mempertahankan pH internal kira-kira 6,5 dengan pH eksternalnya berkisar antara 1,0-5,0. Organisme neutrophil mempertahankan pH internal kira-kira 7,5 dan pH eksternal 5,5-8,5. Organisme alkalofil mempertahankan pH internal kira-kira 9,5 dengan pH eksternal 9,0-11,0. pH internal diatur oleh serangkaian system pengangkutan proton dalam selaput sitoplasma, termasuk pompa proton penggerak ATP primer dan penukar  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ . system pertukaran  $\text{K}^+/\text{H}^+$  diduga juga ikut mengatur pH internal pada organisme neutrophil (Jawetz, 1996).